

DE 03541999A1

Jun. 4, 1987

Process and apparatus for coating surfaces

INVENTOR:

ASSIGNEE: BBC BROWN BOVERI & CIE

APPL NO: DE 03541999A

DATE FILED: Nov. 28, 1985

PATENT ABSTRACTS OF EUROPE

ABS GRP NO:

ABS VOL NO:

ABS PUB DATE:

INT-CL:

ABSTRACT:

    &The invention relates to a process and an apparatus by means of which coating material is melted with the aid of laser beams and is bonded with a surface (17). The object of the invention is to expound a process and an apparatus, with the aid of which thick layers, even of different materials, can be deposited on surfaces (17) rapidly and with strong adhesion. To this end, the beams of at least one laser source (2A, 2B) are combined to a beam forming a reaction zone (6). Within this reaction zone (6) the coating material (8) is heated, melted and vaporised and is then deposited on the surface (17). <IMAGE>

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl ungsschrift
⑪ DE 3541999 A1

⑥ Int. Cl. 4:
C23C 14/28

⑳ Aktenzeich n: P 35 41 999.7
㉑ Anmeldetag: 28. 11. 85
㉒ Offenlegungstag: 4. 6. 87

Patentamt
Mannheim

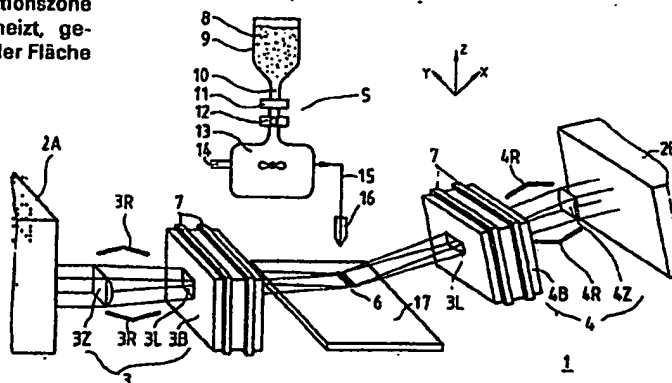
DE 3541999 A1

㉓ Anmelder:
Brown, Boveri & Cie AG, 6800 Mannheim, DE

㉔ Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

㉕ Verfahren und Vorrichtung zur Beschichtung von Flächen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung, mit denen Beschichtungsmaterial mit Hilfe von Laserstrahlen geschmolzen und mit einer Fläche (17) verbunden wird. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung aufzuzeigen, mit Hilfe derer dicke Schichten auch aus unterschiedlichen Materialien schnell und fest haftend auf Flächen (17) abgeschieden werden können. Hierfür werden die Strahlen mindestens einer Laserquelle (2A, 2B) zu einem eine Reaktionszone (8) bildenden Bündel zusammengefaßt. Innerhalb dieser Reaktionszone (8) wird das Beschichtungsmaterial (8) aufgeheizt, geschmolzen und verdampft und anschließend auf der Fläche (17) abgeschieden.



DE 3541999 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beschichtung von Flächen mit einem Beschichtungsmaterial unter Verwendung von Laserstrahlen, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlen mindestens einer Laserquelle (2A, 2B) zu einer Reaktionszone (6) gebündelt werden, und daß das Beschichtungsmaterial (8) in der Reaktionszone (6) aufgeheizt, geschmolzen und verdampft und anschließend auf der zu beschichtenden Fläche (17) abgeschieden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlen von zwei oder mehreren Laserquellen (2A, 2B) in einer gemeinsamen, linienförmigen Reaktionszone (6) mit genauen geometrischen Abmessungen zusammengefaßt werden, und daß die durch die Reaktionszone (6) hindurchlaufenden Strahlen reflektiert und in die Reaktionszone (6) zurückgeworfen werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial (8) der Reaktionszone (6) kontinuierlich zugeführt oder dort als fester Körper, insbesondere als Platte oder rotierender Zylinder, angeordnet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das verdampfte Beschichtungsmaterial (8) mit Hilfe von elektrischen und/oder magnetischen Feldern, eines Gasstromes oder unter Ausnutzung der Schwerkraft auf die zu beschichtende Fläche (17) geleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial (8) als Gas, Flüssigkeit oder als Pulver, das eine Teilchengröße zwischen 0,5 und 10 µm aufweist und mit einem Trägergas gemischt wird, der Reaktionszone (6) zugeleitet wird.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Laserquellen (2A, 2B) vorgesehen sind, und vor jeder Laserquelle (2A, 2B) mindestens eine optische Abbildungs- und Reflektionseinrichtung (3, 4) angeordnet ist, derart, daß die Strahlen beider Laserquellen (2A, 2B) zu einem eine Reaktionszone (6) bildenden, linienförmigen Bündel zusammengefaßt sind, daß mindestens eine Dosiervorrichtung (5) für das Beschichtungsmaterial (8) vorgesehen ist, deren Austrittsöffnung mit der Reaktionszone (6) in Verbindung steht, und daß die zu beschichtende Fläche (17) in definiertem Abstand von der Reaktionszone (6) installiert ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Laserquellen (2A, 2B) spiegelsymmetrisch angeordnet sind, und zwischen jeder Laserquelle (2A, 2B) und der Symmetrieachse jeweils eine der beiden optischen Abbildungs- und Reflexionseinrichtungen (3, 4) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Laserquellen (2A, 2B) CO₂-Laser vorgesehen sind, und daß die zu beschichtende Fläche (17) in einem Abstand von 1 µm bis zu mehreren cm von der Reaktionszone (6) entfernt beweglich angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Kühlvorrichtung (7) für die Abfuhr der Verlustwärme im Bereich der optischen Abbildungs- und Re-

flexionseinrichtung (3, 4) vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jede optische Abbildungs- und Reflektionseinrichtung (3, 4) wenigstens eine Zylinderlinse (3Z, 4Z), eine Blende (3B, 4B) und Reflektoren (3R, 4R) in Form von Spiegeln aufweist.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Beschichtung von Flächen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein solches Verfahren findet vorzugsweise dort Anwendung, wo Flächen dauerhaft und gleichmäßig mit einer Beschichtung zu versehen sind.

Aus der Druckschrift "Laser in Elektroniktechnologie und Materialbearbeitung" M. Novicki, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1982, Seite 160, 2. Absatz, ist ein Verfahren zur Ausbildung von Schutzschichten beschrieben, das mit Hilfe von Laserstrahlen durchgeführt wird. Das die Schutzschicht bildende Material wird in Pulverform auf die zu beschichtende Fläche aufgetragen. Zum Erwärmen der zu beschichtenden Fläche sowie zum Schmelzen des Materials wird ein nicht fokussiertes Strahlenbündel eines kontinuierlich arbeitenden CO₂-Hochleistungslasers verwendet. Dieses Strahlenbündel wird über die zu beschichtende Fläche geführt, wobei das Material aufgeschmolzen und die Oberfläche erwärmt wird. Die Durchführung des Verfahrens erfolgt unter einer neutralen Schutzgasatmosphäre.

Das bekannte Verfahren erlaubt jedoch nur die Ausbildung von sehr dünnen Schichten. Zudem kann mit diesem Verfahren keine gleichmäßige Beschichtung von Flächen durchgeführt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung aufzuzeigen, die es erlauben, Schichten großer Dicke gleichmäßig und schnell auf eine Fläche aufzutragen.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Patentanspruch 6 offenbart.

Das erfindungsgemäße Verfahren benötigt zur Beschichtung nicht mehr Energie als herkömmliche Verfahren. Für das Aufheizen, Schmelzen und Verdampfen des Beschichtungsmaterials ist eine Reaktionszone vorgesehen, die durch die Strahlen der Laserquellen gebildet wird. Diese Strahlen sind so gebündelt, daß ihre Energie optimal genutzt wird. Mit Hilfe von optischen Abbildungselementen wird aus ihnen ein die Reaktionszone bildendes linienförmiges Bündel mit definierten geometrischen Abmessungen gebildet. Je nach dem, welche Ausgangsleistung die Laserquellen haben, kann z.B. ein Bündel, insbesondere eine Reaktionszone ausgebildet werden, die bis zu 20 cm lang ist, und eine Breite und eine Dicke von 10 bis 100 µm aufweist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, pro Stunde eine Schicht von mindestens 1 µm Dicke auf eine Fläche aufzutragen. Das Beschichtungsmaterial kann der Reaktionszone pulver- oder gasförmig zugeführt werden. Es besteht die Möglichkeit, das Beschichtungsmaterial auch in Form einer Flüssigkeit in die Reaktionszone einzuleiten. Ferner kann das Beschichtungsmaterial auch in Form eines festen Körpers, beispielsweise einer Platte oder eines sich drehenden Zylinders direkt innerhalb der Reaktionszone so angeordnet wer-

den, daß es der Einwirkung der gebündelten Strahlen ausgesetzt ist. Das verdampfte Beschichtungsmaterial wird mit Hilfe von elektrischen und/oder magnetischen Feldern auf die zu beschichtende Fläche geleitet und auf dieser abgeschieden. Diese Fläche wird je nach Erfordernis in einem Abstand von 1 mm bis zu einigen Zentimetern von der Reaktionszone angeordnet. Für die Beschichtung können sowohl metallische als auch nichtmetallische Werkstoffe verwendet werden. Als erfindungswesentlich ist die Tatsache anzusehen, daß das Verfahren nicht im Vakuum durchgeführt werden muß. Vorzugsweise wird es in einer Schutzgasatmosphäre aus Stickstoff bei einem Druck von $1,01 \times 10^{-5}$ Pa durchgeführt. Falls es erforderlich sein sollte, kann anstelle von Stickstoff auch ein anderes Gas verwendet werden. Auf elektrische und magnetische Felder für den Transport des verdampften Beschichtungsmaterials auf die zu beschichtende Fläche kann verzichtet werden, wenn diese Fläche unterhalb der Reaktionszone angeordnet wird, so daß das Beschichtungsmaterial durch die Einwirkung der Schwerkraft oder durch die Wirkung des strömenden Gases auf die zu beschichtende Fläche transportiert wird.

Die Vorrichtung, welche für die Durchführung des Verfahrens vorgesehen ist, weist zwei Laserquellen auf, die spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet sind. Die Reaktionszone, in welcher das Beschichtungsmaterial erhitzt, geschmolzen und verdampft wird, wird zwischen den beiden Laserquellen im Bereich ihrer Symmetrieachse ausgebildet. Zwischen jeder Laserquelle und der Symmetrieachse ist jeweils eine optische Abbildungs- und Reflexionseinrichtung angeordnet. Zu ihr gehören mindestens eine Zylinderlinse, eine Blende und Reflektoren in Form von Spiegeln. Mit ihnen werden die Laserstrahlen zu der Reaktionszone gebündelt. Laserstrahlen, welche durch die Reaktionszone hindurchlaufen oder dort gestreut werden, werden mit Hilfe der Reflektoren in die Reaktionszone, insbesondere in das linienförmige Bündel zurückgeleitet. Für die Abfuhr der Verlustwärme ist wenigstens je eine Kühlvorrichtung im Bereich einer jeden Blende vorgesehen.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand der für die Durchführung des Verfahrens vorgesehenen Vorrichtung, die in der Zeichnung dargestellt ist, erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1: Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, teils in perspektivischer, teils in schematischer Darstellung, und

Fig. 2: einen Ausschnitt aus der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung in vergrößertem Maßstab.

Die Vorrichtung 1 gemäß Fig. 1 weist durch zwei Laserquellen 2A und 2B, zwei optische Abbildungs- und Reflexionseinrichtungen 3 und 4 sowie eine Dosiereinrichtung 5 auf. Die beiden Laserquellen 2A und 2B sind spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet. Es handelt sich hierbei um CO₂-Laser. Sie können eine Ausgangsleistung von mehr als 100 kW haben. Der erforderliche Abstand der Laserquellen 2A, 2B zu ihrer Symmetrieachse wird durch die optischen Abbildungs- und Reflexionseinrichtungen 3 und 4 mitbestimmt. Im Bereich der Symmetrieachse der beiden Laserquellen 2A und 2B wird eine Reaktionszone 6 ausgebildet, deren Längsachse senkrecht zur Haupttrichtung der Strahlen verläuft. Zwischen jeder Laserquelle 2A, 2B und der zugehörigen Symmetrieachse ist je eine Abbildungs- und Reflexions-

einrichtung 3 bzw. 4 installiert. Zu jeder dieser Einrichtungen 3 und 4 gehört eine Zylinderlinse 3Z, 4Z, die im Abstand vor der Austrittsöffnung der Laserquelle 2A, 2B installiert ist. Zwischen jeder Zylinderlinse 3Z, 4Z und der Reaktionszone 6 ist je ein Keramikblock 3B, 4B als Blende angeordnet. Jede Blende 3B, 4B ist mit einer Bohrung 3L versehen, die in Form eines Schlitzes ausgebildet ist, der sich zur Reaktionszone 6 hin keilförmig verjüngt. Zwischen jeder Zylinderlinse 3Z, 4Z und jeder Blende 3B, 4B sind beidseitig des Strahlenganges Reflektoren 3R, 4R angeordnet. Die Reflektoren sind nur schematisch dargestellt. Die von der Laserquelle 2A, 2B kommenden Strahlen, die zunächst parallel ausgerichtet sind, werden mit Hilfe der optischen Abbildungseinrichtung 3, 4 zu der Reaktionszone 6 gebündelt. Das die Reaktionszone 6 begrenzende Bündel weist in diesem Ausführungsbeispiel eine Länge von 10 cm auf. Die Längsausdehnung des Bündels erstreckt sich parallel zur Y-Achse des in Fig. 1 dargestellten rechtwinkligen Koordinatensystems. Die Breite des Bündels in X-Richtung beträgt 10 µm. Das gleiche gilt für die Dicke in Z-Richtung. Durch geeignete Wahl der beiden Laserquellen 2A und 2B können die Abmessungen des Bündels bzw. der Reaktionszone 6 auch vergrößert bzw. verkleinert werden. Es ist beispielsweise die Ausbildung eines Bündels mit einer Länge von 20 cm und einer Breite von 100 µm sowie einer Dicke von ebenfalls 100 µm möglich. Um die Wärme, die sich in den Keramikblöcken 3B und 4B ansammelt, ableiten zu können, ist um jeden Keramikblock 3B, 4B eine Kühlvorrichtung 7 angeordnet, die bei der hier dargestellten Ausführungsform durch Kühlschlangen schematisch dargestellt ist.

Wie Fig. 1 weiterhin zeigt, ist oberhalb der Reaktionszone 6 die Dosiereinrichtung 5 installiert. Über sie wird Beschichtungsmaterial 8 aus einem Vorratsbehälter 9 der Reaktionszone 6 zugeführt. Der Vorratsbehälter 9 steht über eine Leitung 10, in welche ein Mikrosieb 11 und ein Ventil 12 eingebaut sind, mit einer Verwirbelungskammer 13 in Verbindung. Dieser wird über die Leitung 14 ein Trägergas zugeführt. Das in dem Vorratsbehälter 9 enthaltene Beschichtungsmaterial 8, das dort in Form von sehr kleinen Teilchen mit einer Teilchengröße vorliegt, die kleiner als 1 µm sein kann und nicht größer als 10 µm sein sollte, wird mit dem Trägergas in der Verwirbelungskammer 13 vermischt. Als Trägergas wird vorzugsweise Argon verwendet. Die mit dem Trägergas zu vermischende Menge des Beschichtungsmaterials kann mit Hilfe des Ventils 12 eingeregelt werden. Über eine Leitung 15 wird dieses Gemisch einer Düse 16 zugeleitet, von der aus es der Reaktionszone 6 zugeführt wird.

Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird nachfolgend erläutert.

Die aus den beiden Laserquellen 2A und 2B kommenden, zunächst parallel verlaufenden Strahlen werden mit Hilfe der Zylinderlinse 3Z, 4Z und der Blende 3B, 4B gebündelt. Dieses Bündel, das die Reaktionszone 6 bildet, liegt zwischen den beiden Blenden 3B und 4B und erstreckt sich beidseitig der Symmetrieachse der spiegelsymmetrisch angeordneten Laserquellen 2A und 2B. Die Reaktionszone 6 weist genaue geometrische Abmessungen auf. Die Länge des Bündels beträgt 10 cm, die Breite 10 µm und die Dicke ebenfalls 10 µm. Die Düse 16 der Dosiereinrichtung 5, über welche das mit dem Trägergas vermischte Beschichtungsmaterial 8 der Reaktionszone 6 zugeführt wird, ist in geringem Abstand über der Reaktionszone 6 angeordnet. Das Beschichtungsmaterial wird mit Hilfe des strömenden Gas-

es in die Reaktionszone 6 transportiert. Wie Fig. 2 zeigt, weist die Reaktionszone 6 eine innere Struktur auf. Sie ist in drei Bereiche 6A, 6B und 6C aufgeteilt. Der Bereich 6A, welcher der Düse 16 zugewandt ist, dient zum Erhitzen des von der Düse 16 zu der Reaktionszone 6 transportierten Beschichtungsmaterials 8. An diesen Bereich 6A schließt sich der Bereich 6B an, in dem das Schmelzen des Beschichtungsmaterials 8 erfolgt. Auf diesen Bereich folgt unmittelbar der Bereich 6C, innerhalb dessen das geschmolzene Beschichtungsmaterial verdampft wird. Diese innere Struktur des Bündels, insbesondere der Reaktionszone 6, läßt sich mit Hilfe der optischen Abbildungseinrichtung 3B, 4B, 3Z, 4Z in der oben beschriebenen Weise ausbilden. Strahlen, die durch die Reaktionszone 6 hindurchlaufen, werden mit Hilfe der Reflexionseinrichtung 3R, 4R in die Reaktionszone 6 zurückgestreut, so daß der Verlust an gestreuten Photonen gering gehalten wird.

Das aus der Reaktionszone 6 austretende verdampfte Beschichtungsmaterial 8 wird der zu beschichtenden Fläche 17 zugeführt. Um eine optimale Beschichtung der Fläche 17 sicherzustellen, werden zusätzlich elektrische und/oder magnetische Felder so ausgebildet, daß das Beschichtungsmaterial 8 an die gewünschte Stelle der Fläche 17 transportiert wird. Als Beschichtungsmaterial kann beispielsweise Zirkonsilikat (ZrSiO_4) in der Verwirbelungskammer 13 mit Argon vermischt und der Reaktionszone 6 zugeführt werden. Es wird innerhalb der Reaktionszone 6 verdampft und auf der Fläche 17 in Form einer verdichteten Zirkonsilikatschicht abgeschieden. Zirkonsilikat kann auch mit Stickstoff verwirbelt werden. Aufgrund der hohen Temperaturen innerhalb der Reaktionszone 6 bildet sich Zirkonnitrid, das als Schicht auf der Fläche 17 abgeschieden wird. Auch keramische Materialien wie Magnesiumoxid können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf einer Fläche 17 abgeschieden werden. Innerhalb der Reaktionszone 6 wird das Magnesiumoxid verdampft und in entsprechender Weise wie die oben beschriebenen Materialien auf der Fläche 17 abgeschieden.

Es besteht die Möglichkeit, mehrere Vorrichtungen, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind, hintereinander anzuordnen, um auf der Fläche 17 mehrere Schichten aus unterschiedlichen Materialien auftragen zu können. In diesem Fall wird die Fläche 17, nachdem sie mit der Schicht aus einem ersten Material vollständig beschichtet ist, der zweiten Vorrichtung zugeführt, um mit einem weiteren Material beschichtet zu werden. Erfindungsgemäß können durch die Anwendung der Laserquellen 2A und 2B auch Schichten mit unterschiedlichen Eigenschaften, z.B. Schichten, die sich gegeneinander verschieben können, auf der Fläche 17 aufgetragen werden.

Ferner kann auf die Fläche 17 auch eine Schicht aufgetragen werden, deren Material durch die chemische Reaktion von zwei Werkstoffen innerhalb der Reaktionszone 6 bei hohen Temperaturen erst gebildet wird. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, eine Schicht aus Bariumtitanat dadurch herzustellen, daß über die Düse 16 ein Gemisch aus Bariumoxid, Titanoxid und Argon der Reaktionszone 6 zugeführt wird. Aufgrund der hohen Temperaturen innerhalb der Reaktionszone 6 bildet sich aus dem Bariumoxid (BaO) und dem Titanoxid (TiO_2) Bariumtitanat (BaTiO_3).

Das Beschichtungsmaterial kann der Reaktionszone 6 auch in flüssiger Form zugeführt werden. Als Beispiel sei hier ein flüssiges Gemisch bestehend aus Zirkonbromid und Methylbromid genannt, das bei einer Temperatur oberhalb von 2000°C in Zirkoncarbid um-

gesetzt wird:



Dieses Zirkoncarbid wird von der Reaktionszone 6 der Fläche 17 zugeführt. Die zu beschichtende Fläche 17 ist in einem Abstand von $1\mu\text{m}$ bis zu mehreren cm von der Reaktionszone 6 entfernt beweglich angeordnet, so daß sie mit einer vorgebbaren Geschwindigkeit an der Reaktionszone 6 vorbeigeführt werden kann. Die Düse 16 weist einen Schlitz (hier nicht dargestellt) mit einer Länge zwischen 1 und 10 cm und eine Breite von 10 bis $100\mu\text{m}$ auf, von dem aus das Beschichtungsmaterial der Reaktionszone zugeführt wird. Vorzugsweise sind die Abmessungen des Schlitzes so gewählt, daß sie mit der Länge und der Breite der Reaktionszone 6 ungefähr übereinstimmen. Die zu beschichtende Fläche 17 kann mit veränderbarer Geschwindigkeit an der Reaktionszone 6 so vorbeigeführt werden, daß die über ihre Oberfläche aufgenommene Wärmemenge hierdurch und durch die Menge des jeweils kondensierten Beschichtungsmaterials 8 variiert werden kann. Durch diese Möglichkeit und durch eine zusätzliche Veränderung des Abstandes zwischen der Reaktionszone 6 und der zu beschichtenden Fläche 17, kann die Temperatur bei der Beschichtung variabel gehalten werden.

Es besteht die Möglichkeit, anstelle einer geschlitzten Düse 16 mehrere voneinander getrennte Düsen benachbart anzuordnen. Dies ist dann zweckmäßig, wenn die Gefahr besteht, daß bei Verwendung von verschiedenen Beschichtungsmaterialien diese nach dem Austritt aus der Düse ungewollt miteinander reagieren. Zwei Dosiervorrichtungen 5 und damit zwei Düsen 16 sind erforderlich, um die Bildung von Bornitrid zu vermeiden, wenn beispielsweise Bornmethyl und Stickstoff der Reaktionszone zugeführt werden. Da diese beiden Werkstoffe schon bei relativ niedriger Temperatur miteinander reagieren, müssen sie der Reaktionszone getrennt zugeführt werden, damit erst dort das Beschichtungsmaterial gebildet wird.

Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit das Beschichtungsmaterial nicht in Form von Pulvern oder Flüssigkeiten der Reaktionszone 6 zuzuführen, sondern dieses dort in Form eines Festkörpers anzuordnen. Die Beschichtungsmaterialien können beispielsweise in Form einer Platte oder eines rotierenden Zylinders in der Reaktionszone 6 angeordnet werden, wo sie durch das Strahlenbündel verdampft werden. Die Zusammensetzung der Beschichtungsstoffe in Form von Platten oder rotierenden Zylindern ist so zu wählen, wie sie in ihrer Zusammensetzung später als Schichten abzuschneiden sind.

Nummer:
 Int. Cl.⁴:
 Anmeldetag:
 Offenlegungstag:

35 41 999
 C 23 C 14/28
 28. November 1985
 4. Juni 1987

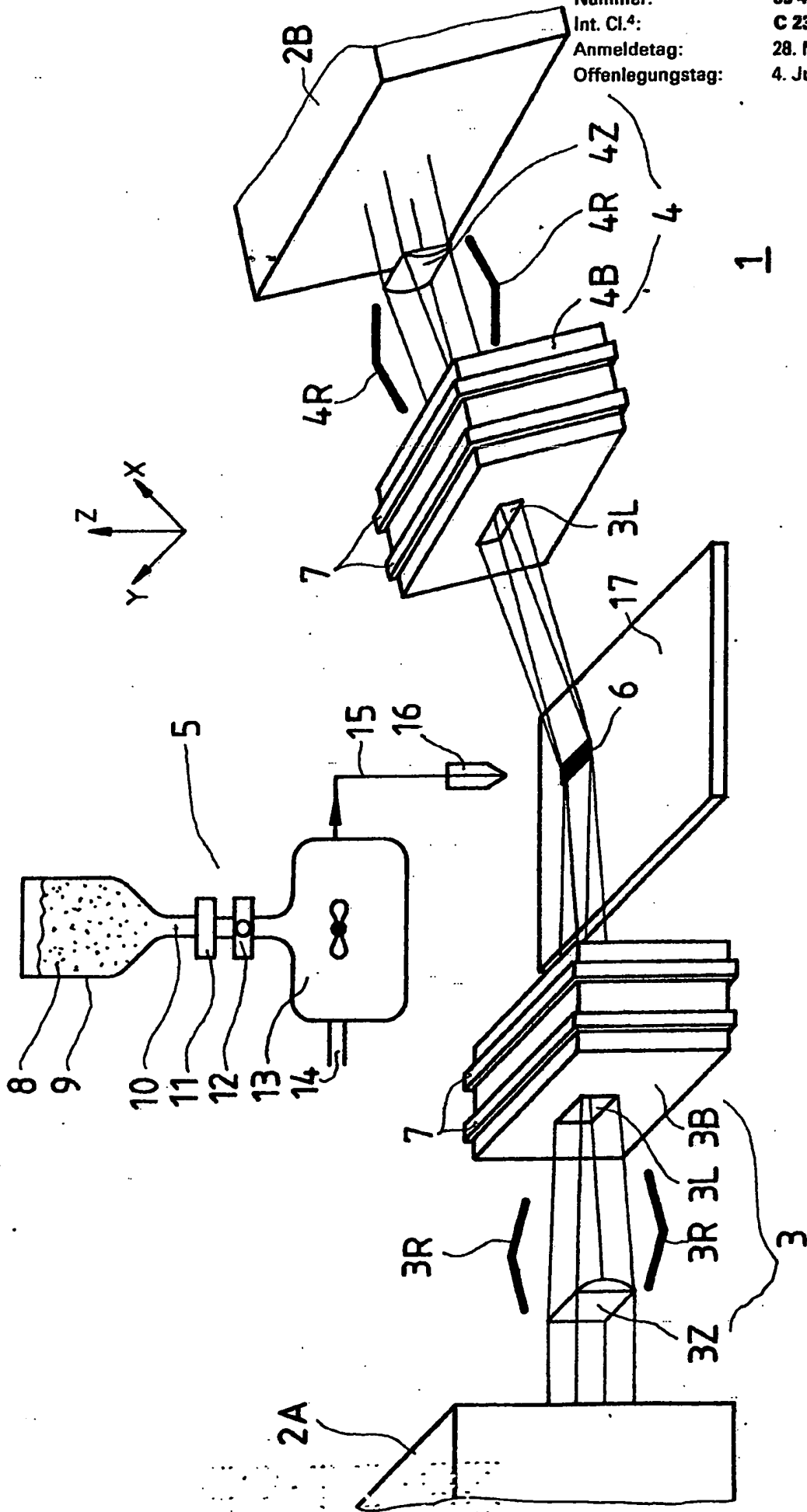


Fig. 1

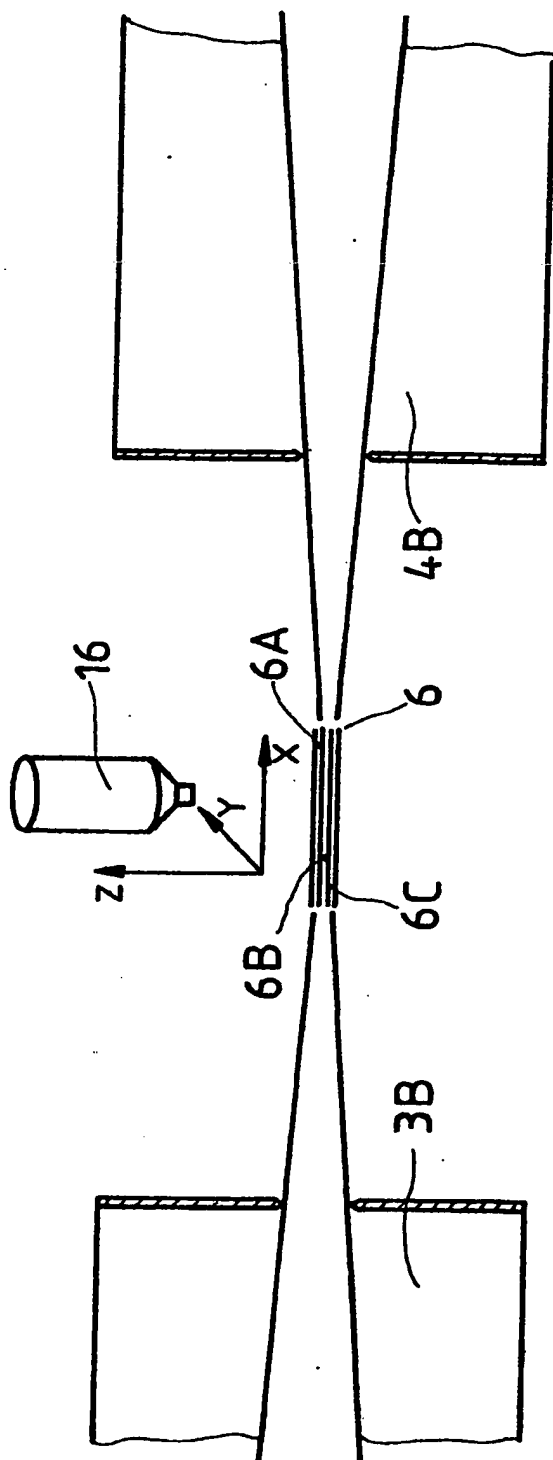


Fig. 2